



## **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN NATURAL ANIDOLICO PARA EL CENTRO DE PROPAGACIÓN AGÁMICA INTA-CATAMARCA.**

**Pattini<sup>1</sup>, A. Villalba<sup>2</sup>, A. García, V., Ferrón, L., Iriarte<sup>1</sup>, A. Lesino<sup>1</sup>, G.**

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda – INCHUSA CCT CONICET Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Centro Científico y Tecnológico CONICET Mendoza, Argentina. Tel. 0261-4288797 – Fax 0261-4287370. Correo electrónico: [apattini@lab.cricyt.edu.ar](mailto:apattini@lab.cricyt.edu.ar) Grupo de Energías Renovables Catamarca, INENCO – CONICET- Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca, Argentina

### **RESUMEN**

La luz natural puede realizar aportes cuando es necesario bajar los costos de consumo de energía eléctrica en los edificios. El consumo de electricidad para producción de plantas presenta una oportunidad para el desarrollo de dispositivos de aprovechamiento de iluminación solar. El presente trabajo muestra un sistema anidolico de optimización de la componente visible de la radiación solar a fin de iluminar el interior de una sala de cría para producción agámica de plantas. Los primeros resultados de medición arrojaron valores satisfactorios para los requisitos de la aplicación con un promedio de 1824 lux.

**PALABRAS CLAVE:** iluminación natural - producción de plantas- sistema anidolico

### **INTRODUCCIÓN**

Los diseños y desarrollos de sistemas y herramientas investigados para la iluminación natural de viviendas o edificios de servicios (escuelas, bibliotecas, etc.) pueden ser utilizados en el diseño de edificios de interés comercial y/o industrial. El proyecto de investigación científica y tecnológica orientado Desarrollo PICTO 18-32140 (Lesino 2005) propone la aplicación de estos principios a espacios destinados a la producción de plantas.

La producción de plantas es una actividad fundamental para la explotación económica de ciertos tipos de cultivos en el país, como el olivo, el nogal y otras plantas frutales. Una tecnología posible para ello es la propagación agámica.

Las técnicas más empleadas son la propagación por estacas, por injertos, por acodamiento, y la micropropagación por cultivo de tejidos (propagación *in vitro*). Las operaciones básicas de este último proceso son la preparación de medios, la esterilización de utensilios y medios, la obtención de material vegetal, la esterilización del material vegetal y la puesta en cultivo (Hudson J. P.).

Los cultivos *in vitro* y las salas de cría generalmente son incubados en salas de crecimiento o cría, en general, bajo condiciones de luz artificial a un régimen de luz y temperatura controlada. Las salas de cría son locales equipados con tubos fluorescentes con altos costos de consumo y mantenimiento. Su manejo puede frecuentemente ser interrumpido por cortes de servicio eléctrico o por dificultades para reponer partes del servicio. Por otra parte, se crea una dependencia del conocimiento y la tecnología para construir salas de cría de las empresas extranjeras (Govil and Gupta, 1997).

La alternativa de uso de luz natural y sus ventajas en salas de cría de regiones tropicales y subtropicales ha sido discutida por distintos autores (KODYM 2001; Erig and Wulff Schuch 2005).

Por lo tanto, el uso de luz natural en los espacios destinados a micropropagación de plantas presenta un gran potencial para ayudar en la reducción de costos de producción de plantas, de manera directa, por medio de la reducción de gasto de energía eléctrica utilizada para iluminación e indirectamente, mejorando la calidad de las plantas, reduciendo la pérdida de las mismas durante la aclimatación, y reduciendo la contaminación microbiana. (Erig and Wulff Schuch 2005).

El presente proyecto presenta una alternativa de aplicación de un sistema innovativo de iluminación natural desarrollado para la sala de cría CEPA INTA CATAMARCA (García V. 2008) con la finalidad de reducir los impactos asociados al acondicionamiento permanente de la intensiva iluminación artificial en este tipo de construcciones destinadas al crecimiento de plantas para producción. Por otra parte se pretende desarrollar y aplicar sistemas demostrativos de iluminación natural de resolución tecnológica y costos apropiados, apuntando a generar tecnologías endógenas reproducibles por el sector agro productivo nacional.

<sup>1</sup> Investigador/a CONICET <sup>2</sup> Pasante CCT CONICET Mendoza

## SISTEMAS INNOVATIVOS DE ILUMINACIÓN NATURAL PROPUESTO

Los sistemas innovativos de iluminación natural son elementos ópticos que trabajan tanto colocado en ventanas o en otro tipo de aberturas al exterior (Pattini, Mitchell et al. 2003) (Ferrón, Pattini et al. 2007). Están diseñados con la intención de adaptar la intensidad y la distribución de la luz natural en un espacio sin generar discomfort. En general los sistemas de iluminación natural trabajan en conjunto con estrategias de iluminación artificial, debido a la gran variabilidad de la luz solar, difusa y reflejada que constituye la iluminación natural regional. Todo esto con el objetivo de minimizar el impacto del uso de energía eléctrica.

Estos sistemas son denominados avanzados o innovativos porque la mayoría de ellos refieren a nuevas tecnologías que aún no se encuentran masivamente en el mercado, o materiales y productos aún en investigación. Los sistemas ópticos sin imagen, se encuentran actualmente bien difundidos por sus aplicaciones a concentradores solares (Welford and Winston, 1989) (Saravia 2004). Recientemente se han propuesto en algunas aplicaciones de aprovechamiento de luz natural, denominados sistemas anidolicos (sin-imagen) en particular cuando no es un requisito la vista al exterior, sino introducir en un local niveles elevados de iluminancia.(Courret, Paule et al. 1996) Estos nuevos sistemas anidolicos han sido instalados en módulos experimentales para su validación y monitoreo lumínico y su aceptación en espacios de trabajo por los usuarios.

Los dispositivos ópticos se diseñan para

- Proveer la mayor cantidad posible de iluminación natural en un interior
- Concentrar y redirigir los rayos solares intencionalmente, para las distintas posiciones de luz solar directa, sin partes móviles.

Por lo tanto, es una oportunidad para el objetivo del proyecto desarrollar dispositivos ópticos anidolicos que permitan la luz natural para reducir costos energéticos en la producción de plantas.

## PROCEDIMIENTO PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA PARÁBOLA DEL SISTEMA ANIDOLICO CEPA-INTA CATAMARCA

En el presente trabajo se muestra el procedimiento utilizado para el diseño del dispositivo de iluminación natural anidolicos para ser colocado en la sala de cría CEPA INTA CATAMARCA. (Fig. 1).



Figura 1.  
ubicación  
Figura 2.  
donde se  
Sistema



Foto satelital  
CEPA-INTA.  
Muro Norte  
instalará el  
anidolico.

Figura 3. Dimensiones del muro norte y vista interior de la sala de cría.

La sala de cría actualmente no posee ninguna entrada de luz natural, tiene un muro correspondiente a la envolvente del edificio orientado al Norte. (Fig. 2 y 3). Todo su aporte de iluminación es a través de tubos fluorescentes y su interior tiene una reflectancia de muros y techos de 0.79%.

Una vez establecido el lugar para instalar el dispositivo de iluminación natural, se comenzó con el procedimiento de desarrollo de parábola para el componente concentrador parabólico (cpc) (Saravia 2004), que constituye la parte principal del dispositivo anidólico. Como muestra la figura 4, consiste en un par de reflectores especulares simétricos parabólicos, enfrentados entre ellos de modo que todos los rayos que penetran en el cpc son transmitidos luego, al interior por al menos una reflexión. (Courret, Paule et al. 1996).

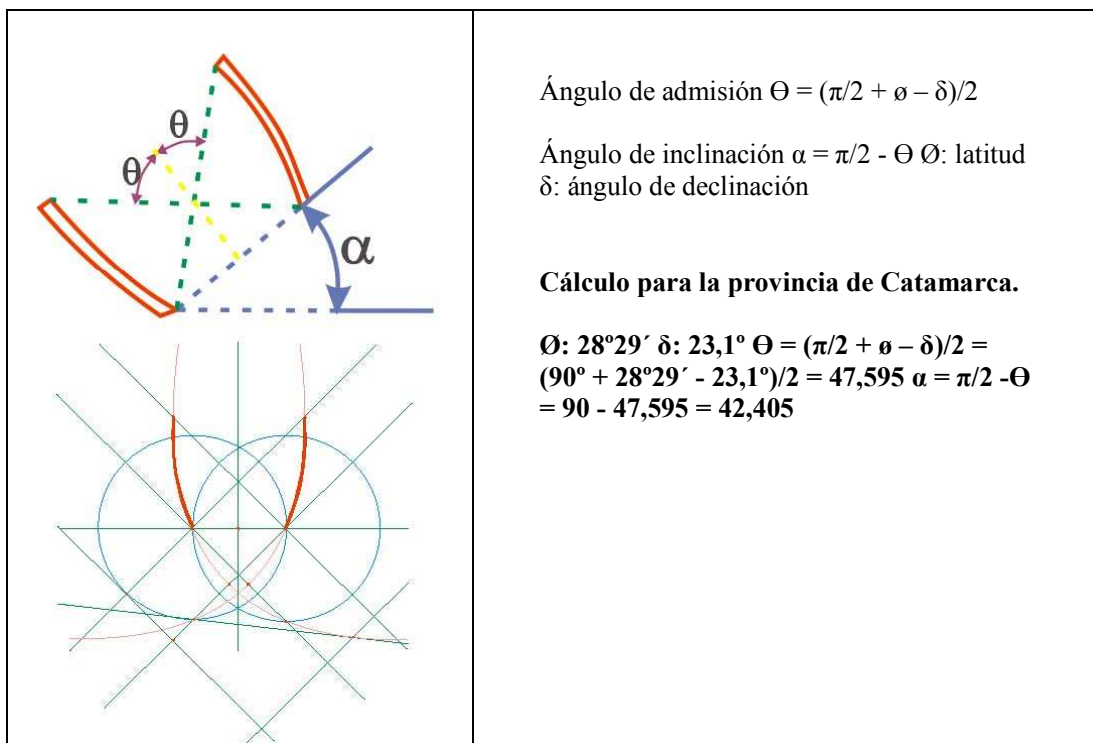


Figura 4. Cálculo del ángulo de admisión de la parábola y ángulo de inclinación para la latitud del lugar.

Una vez realizado en cpc colector se comenzó a dimensionar y dibujar el trazado de rayos solares para llegar a la forma simplificada por rendimiento óptimo y facilidad de construcción como muestra la figura 5 en su posición en la sala de cría. Se decidió colocar un solo reflector exterior con su cubierta horizontal de vidrio y un reflector interior al cielorraso que permite abrir el rayo solar concentrado hacia todo en interior de la sala.



Figura 5. Corte Norte Sur. Trayectoria de rayos solares verano e invierno.

En la figura 6 se han esquematizado los cortes para mostrar la composición del sistema completo, con la propuesta de un cielorraso interior suspendido de material difusor para homogeneizar la luz solar.

### Cielorraso interior suspendido translúcido para lograr distribución uniforme de luz

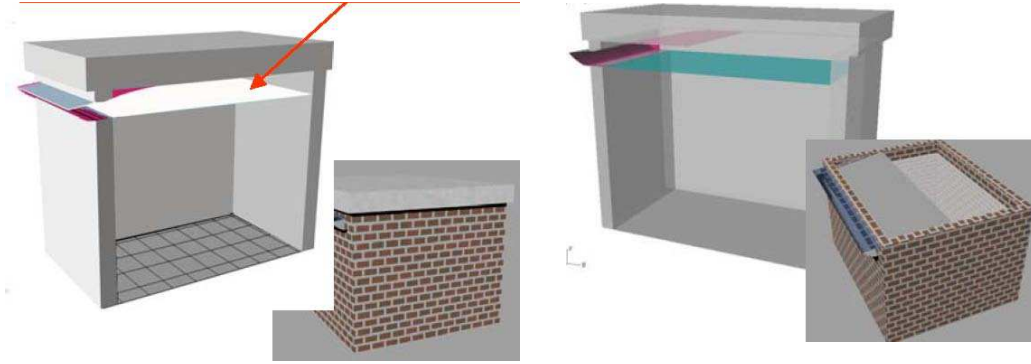


Figura 6. Cortes y vistas de la sala de cría exterior e interior.

#### **EVALUACIONES EN MODELO A ESCALA**

A los fines de cuantificar el aporte de la luz natural ingresada a la sala a través del dispositivo propuesto se construyó un modelo a escala (Pattini 2000).

Se respetaron las reflectancia interiores claras de la sala y se construyó el dispositivo anidólico instalado de igual modo que se propone en el edificio real, adaptando el diseño a la construcción existente.

Para la primera verificación de niveles de iluminancia interior se midió con sensor fotométrico marca LMT de rango 0,1 a 200.000 lux. Se montó la maqueta en un heliodon portátil para uso de verificación bajo condiciones de cielo claro, con reloj solar construido con shadow pro para la longitud y latitud real de emplazamiento. (Fig. 7).



Figura 7. Maqueta en posición de mediciones y carta solar.

Durante las mediciones se realizaron registros fotográficos al mediodía solar de los meses analizados con y sin cielorraso difusor. (Fig. 8).

Como puede apreciarse en la primera serie de fotos de la figura 8, sin el cielorraso difusor, el dispositivo funciona correctamente según lo calculado de concentración y redirección solar. En la segunda serie de fotos se registra la intensidad de iluminación natural difundida por el cielorraso colocado.





*Figura 8. Registros fotográficos interiores. Primera serie de fotos sin cielorraso difusor, segunda serie correspondiente a luz solar difundida por cielorraso suspendido.*

#### **RESULTADO DE LAS MEDICIONES**

Montada la maqueta en heliodon se realizó la serie de mediciones con y sin difusión interior, en valores mensuales para el mediodía solar, en condiciones de cielo real despejado para todo el año. (Fig. 9).

Los datos medidos superan en promedio a la iluminancia de diseño (1500 lux) tanto en el caso con difusión donde se registró un promedio de 1824 lux como en las mediciones sin difusión que obtuvieron un promedio de 2494 lux.

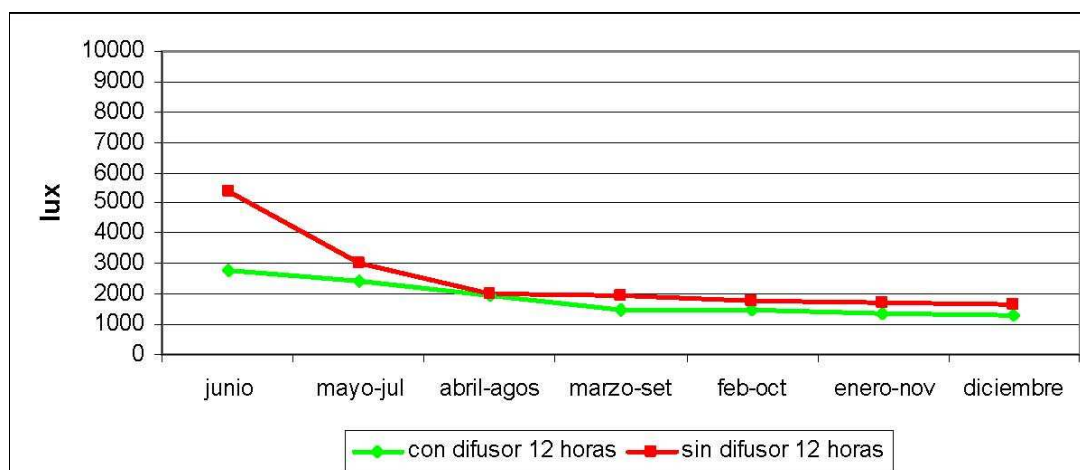


Figura 9. Resultados de mediciones al mediodía solar en el interior del modelo a escala.

## CONCLUSIONES

Los dispositivos innovativos de iluminación natural representan actualmente una oportunidad de aportar respuestas de desarrollo regional replicable de uso de energía renovable para iluminación interior diurna. No son de aplicación limitada a edificios residenciales, y pueden resolver problemas asociados a los altos costos de energía en la producción, como en el presente caso, de plantas. En esta etapa se ha diseñado un dispositivo anidólico que pretende optimizar el uso de luz natural en una aplicación que requiere niveles altos (1500 a 3000 lux). Las primeras mediciones verifican los valores esperados. Se pretende continuar con el desarrollo de los detalles constructivos y completar el programa de mediciones de ajuste.

## REFERENCIAS

- Courret, G., B. Paule, et al. (1996). "Anidolic Zenithal openings: Daylighting and shading." *Lighting Research and Technology* **28**(1): 11-17.
- Erig, A. and M. Wulff Schuch (2005). "Micropropagação fotoautotrófica e uso da luz natural. Photoautotrophic micropropagation and use of the natural light." *Ciência Rural* **35**(4): 961-965.
- Ferrón, L., A. Pattini, et al. (2007). "Características fotométricas de sistemas de iluminación natural elementos componentes de transporte de luz." *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* **11** (1): 6.
- García V., I. A., Flores S., Lesino G. (2008). "Monitoreo higrotérmico de un edificio acondicionado para propagación agámica de plantas." *AVERMA* **12**: 8.
- Kodym, a. H., s. Zapata-arias, f. (2001). "cost reduction in the micropropagation of banana by using tubular skylights as source for natural lighting." *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant* **37**: 237±242.
- Lesino, G. (2005). Proyecto: energías renovables y eficiencia energética en construcciones para la propagación agámica de plantas., universidad nacional de Catamarca-facultad de ciencias agrarias - financiación PICTO ANPCyT 18-32140.
- Pattini, A. (2000). "Evaluación de la iluminación natural en edificios. Modelos a escala." *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* **4**(1): 8.
- Pattini, A., J. Mitchell, et al. (2003). Diseño de lumiductos de bajo costo para vivienda bioclimática unifamiliar." *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* **7**(1): 8.
- Saravia, L. (2004). "Diseño gráfico de concentradores de tipo CPC." *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* **8**(1): 6.

**ABSTRACT:** The natural light can realize contributions when it is necessary to lower the costs of electric energy in buildings. The consumption of electricity for production of plants presents an opportunity for the development of innovative daylighting devices. The present work shows an anidolic ceiling; develop to maximize the visible component of the solar radiation in order to illuminate the interior room for agamic production of plants. The first results of measurement threw satisfactory values for the requirements of the application with an average of 1824 lux.

**KEY WORDS:** daylighting – plant production – anidolic system.